WELTORGANISATION FOR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

H04N 5/217, 3/15

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/03262

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

21. Januar 1999 (21.01.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE97/02528

(22) Internationales Anmeldedatum: 30. Oktober 1997 (30.10.97)

(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

(30) Prioritätsdaten:

197 29 001.9

7. Juli 1997 (07.07.97)

DR

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

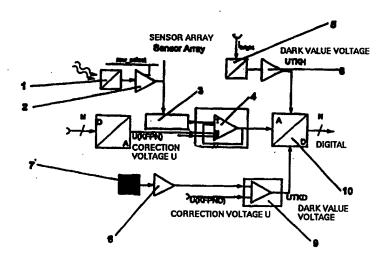
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INSTITUT FÜR MIKROELEKTRONIK STUTTGART [DE/DE]; Allmandring 30a, D-70559 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): APEL, Uwe [DE/DE]; Talstrasse 2, D-72666 Neckartailfingen (DB). SEGER, Ulrich [DE/DE]; (DE). GRAF, Heinz-Gerd [DE/DE]; Im Dobel 10, D-71106 Magstadt (DE). POSTEL, Udo [DE/DE]; Leutewitzerstrasse 20, D-01157 Dresden (DE). SCHÖNHERR, Hans-Jörg [DE/DE]; Hainichener Strasse 14, D-01159 Dresden (DE). ARMBRUSTER, Armin [DE/DE]; Plettenbergstrasse 71, D-72172 Sulz-Kastell (DE).
- (74) Anwalt: RÖSLER, Uwe; Münich - Rösler, helm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).
- (54) Title: METHOD AND CIRCUIT CONFIGURATION FOR COMPENSATING VARIATIONS IN THE CMOS IMAGE SENSORS RESULTING FROM TEMPERATURE, VOLTAGE AND PRODUCTION
- (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR KOMPENSATION TEMPERATUR-, SPANNUNGS-SOWIE HERSTELLUNGSBEDINGTER SCHWANKUNGEN BEI CMOS-BILDSENSOREN

(57) Abstract

Disclosed are a method and a circuit configuration designed to compensate variations resulting from temperature, voltage and production by means of CMOS image sensors which are exposed to radiation and generate, depending on the radiation intensity, electrical output signals below a logarithmic curve. The inventive method comprises the following steps: at least two reference CMOS sensors, which are maintained at the same temperature as the CMOS image sensors to be compensated but are not irradiated, are used to generate two reference signals, one of which corresponds to a reference dark value and the other, as a result of electric power application thereupon, to a reference light value. The reference signals are amplified separately from each other in such a way that the amplification conditions are identical to those needed for amplifying the output signals to be compensated. Said reference sig-



nals are sent to an A/D converter with a thermal regime identical to that of the electrical output signals form the CMOS image sensors to be compensated. For each CMOS image sensor point at least one correction value is stored in a memory unit. The correction value, which enables variations resulting from temperature, voltage and production to be compensated, is fed into the system to correct the output signal to be compensated and obtain FPN=(fixed-pattern-noise)-corrected output signals. The FPN-corrected output signals and the reference signals received ared fed to the A/D converter, where the output signals from the CMOS image sensors are compensated and converted into digital singals. The circuit configuration according to the invention is so designed as to allow implementation of the method described.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren, die mit Strahlung beaufschlagt werden und in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke elektrische Ausgangssignale generieren, die einer logarithmischen Kennlinie unterliegen. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch die Kombination der folgenden Verfahrensschritte aus: Mittels wenigstens zweier Referenz-CMOS-Sensoren, die auf gleichem Temperatumiveau gehalten werden, wie die zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren, jedoch nicht bestrahlt werden, werden zwei Referenzsignale generiert, von denen einer einem Referenz-Dunkelwert und der andere, durch Beaufschlagen mittels elektrischem Strom, einem Referenz-Hellwert entspricht. Die generierten Referenzsignale werden getrennt voneinader derart verstärkt, daß die Verstärkungsbedingungen identisch mit der Verstärkung der zu kompensierenden Ausgangssignale sind. Die Referenzsignale werden mit einem zu den elektrischen Ausgangssignalen der zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren identischen Temperaturgang einem A/D-Wandler zugeführt. In einer Speichereinheit ist für jeden einzelnen zu kompensierenden CMOS-Bildsensorpunkt wenigstens ein Korrekturwert abgespeichert, der zur Kompensation herstellungsbedingter Schwankungen geeignet ist und zur Korrektur auf das jeweilige zu kompensierende Ausgangssignale sowie die erhaltenen Referenzsignale werden dem A/D-Wandler zugeführt, in dem die Ausgangssignale des CMOS-Bildsensors kompensiert und in digitale Signale umgesetzt werden. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung dient der Durchführung des Verfahrens.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑŪ	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD -	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moklau	TG	Togo
BB	Barbados	GH `	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Turkei
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	, UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	18	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JР	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neusceland	ZW	Zimbabwe
СМ	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dānemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		
D.C.	Estiano	LR	Liocita	50	omgapor		

WO 99/03262 PCT/DE97/02528

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Kompensation temperatur-, spannungssowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie eine Schaltungsanordnung zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren, die mit Strahlung beaufschlagt werden und in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke elektrische Ausgangssignale generieren, die einer logarithmischen Kennlinie unterliegen.

Stand der Technik

In den Veröffentlichungen "A 128 x 128- Pixel Standard- CMOS Image Sensor with Electronic Shutter", Chye Huat Aw and Bruce A. Wooley, IEEE JOURNAL OF SOLID- STATE CIRCUITS, VOL 31, NO. 12, DEC. 1996 sowie DE 42 09 536 C2 werden CMOS- Bildsensoren beschrieben, deren Ausgangssignale ein logarithmisches Abbild der auf die lichtempfindlichen Pixel auftreffenden Bestrahlungsleistung liefern. Die Ausgangskennlinien unterliegen jedoch im Betriebsspannungs-, Technologie- und Temperaturbereich Schwankungen, so daß eine Serienreproduzierbarkeit der Meßergebnisse nur unter eingeschränkten Randbedingungen gewährleistet ist. Untersuchungen zum Übertragungsverhalten dieser Empfänger und zu einer Kompensationsmöglichkeit der oben beschriebenen Einflußgrößen finden sich z.B. in "Ermittlung und Kompensation des Temperaturverhaltens eines optischen Signalaufnehmers", Jochen Reiter, Diplomarbeit 1997, Institut für Netzwerk- und Systemtheorie, Universität Stuttgart.

Um besser verstehen zu können, welchen Abhängigkeiten ein Ausgangssignal derartiger HDRC-Bildsensoren unterliegt, wird nachfolgend das Übertragungsverhaltens eines HDRC-Bildaufnehmers kurz erläutert werden. Die Ausgangskennlinie eines HDRC- Pixel läßt sich wie folgt beschreiben:

(1)
$$UAL = UO - VAL \cdot UT \cdot (log (IO/(Ie+Idark)) + log KFPN))$$

Hierin bedeuten:

UAL logarithmische Ausgangsspannung einer Pixelzelle

UO Gleichspannungsarbeitspunkt einer Pixelzelle(Betriebsspannungs- und Technologieparameter)

VAL interne Verstärkung einer Pixelzelle;
(Technologieparameter, Faktor für UT, liefert mV/dec Signalhub)

UT Temperaturspannung

Zellinterner Sättigungsstromwert(Betriebsspannungs- und Technologieparameter)

le Photostrom in der Sensorzelle, der über den Parameter s mit der Bestrahlungsleistung für das Pixel [W/m²] korrespondiert

Idark thermisch generierter Dunkelstrom in der Sensorzelle, temperatur-, technologie- und geometrieabhängig begrenzt für höhere Temperaturen Arbeitsbereich im Dunklen

s Empfindlichkeit eines Pixel [A*m²/W]
(Technologie- und Geometrieparameter)

KFPN pixelbezogener Technologieparameter (erzeugt "fixed pattern noise", FPN)

Wie aus dieser Gleichung (1) entnehmbar ist, wird die auf einem Pixel auftreffende Bestrahlungsleistung im logarithmischen Maßstab abgebildet.

Die Beschreibung der Pixelübertragungskennlinie weist jedoch verschiedene Abhängigkeiten auf, die eine Bewertung der Bestrahlungsleistung ohne Kenntnis und Kompensation der technologiebedingten Einflußgrößen erschweren.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, das Temperaturverhalten dieser HDRC- Sensoren über einen großen Arbeitsbereich hinsichtlich Temperatur und Helligkeit genau zu erfassen und in Ableitung aus dem typischen Übertragungsverhalten einfache Kompensationsalgorithmen bzw. -maßnahmen zu entwikkeln. Die dazu notwendigen Schaltungen sollen technologisch völlig kompatibel zu dem Schaltungskonzept dieser speziellen CMOS- Bildaufnehmer aufgebaut sein.

!!

Die Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben, der ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren zum Inhalt hat. Anspruch 5 betrifft eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens. Den Erfindungsgedanken weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren, die mit Strahlung beaufschlagt werden und in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke elektrische Ausgangssignale generieren, die einer logarithmischen Kennlinie unterliegen zeichnet sich durch die Kombination der folgenden Verfahrensschritte aus:

Mittels wenigstens zweier Referenz-CMOS-Sensoren, die auf gleichem Temperaturniveau gehalten werden, wie die zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren, jedoch nicht bestrahlt werden, werden zwei Refenzsignale generiert, von denen einer einem Referenz-Dunkelwert und der andere, durch Beaufschlagen mittels elektrischem Strom, einem Referenz-Hellwert entspricht. Die generierten Renferenzsignale werden getrennt voneinander derart verstärkt, daß die Verstärkungsbedingungen identisch mit der Verstärkung der zu kompensierenden Ausgangssignale sind. Die Referenzsignale, mit einem zu den elektrischen Ausgangssignalen der zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren identischen Temperaturgang,

werden einem A/D-Umsetzer zugeführt. In einer Speichereinheit ist für jeden einzelnen zu kompensierenden CMOS-Bildsensorpunkt wenigstens ein Korrekturwert abgespeichert, der zur Kompensation herstellungsbedingter Schwankungen geeignet ist und zur Korrektur auf das jeweilige zu kompensierende Ausgangssignal beaufschlagt wird, so daß FPN (=fixed pattern noise)-korrigierte Ausgangssignale gewonnen werden.

Die FPN-korrigierten Ausgangssignale sowie die erhaltenen Referenzsignalen werden dem A/D-Wandler zugeführt, in dem die Ausgangssignale des CMOS-Bildsensors kompensiert und in digitale Signale umgesetzt werden.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 5 dient der Durchführung des Verfahrens.

Zur Abdeckung des Bereiches auf einem Bildsensor-Chip, auf dem die Referenzsensoren untergebracht sind, wird eine Metallisierungs-Schicht verwendet. Die optisch dichten Referenzpixelzellen, die einen zu den lichtempfindlichen Pixelzellen vergleichbaren, vorzugsweise identischen Aufbau besitzen, und die eine definierte externe Einspeisung von Strömen zulassen, bilden eine exakte "Photostromgenerierung" entsprechend einem definierten Bestrahlungspegel nach.

Diese Referenzpixelzellen können sowohl als einzelne Elemente oder als Verbund ausgelegt sein, um über Mittelung mehrerer, gleich angeregter Pixel einen repräsentativen Referenzwert zu erreichen.

Die Übertragungsgleichung des Referenzpixels, das den Hellwert liefert kann wie folgt beschrieben werden:

UAR logarithmische Ausgangsspannung einer Referenz-Pixelzelle

VAR interne Verstärkung einer Referenzpixelzelle

lset von außen in die Referenzpixelzelle eingeprägter "Photostrom"

Die Referenzpixelzelle für den Dunkelwert benötigt hingegen keinen externen Stromzugang, vielmehr wird die Referenzspannung durch den temperaturabhängigen Dunkelstrom bestimmt.

Prinzipiell kann der durch das Fix-Pattern-Noise (FPN) für jede Zelle zu korrigierende Offset gegen den direkten Ausgangswert der Dunkelreferenz ermittelt werden.

Eine Anpassung des Dunkelreferenzwertes mit einer Offset-Korrekturschaltung analog zu der für alle Bildzellen durchgeführten Korrektur bietet den Vorteil, durch eine Anpassung der Dunkelwertspannung UTK(dark) an die Verteilung der FPN-Offsets mit einer minimalen Bitbreite für den digitalen Korrekturwert arbeiten und damit Speicherplatz sparen zu können. Ist neben der Dunkelwert-Referenz auf dem Chip mindestens ein weiteres Elemente integriert, das mit einem eingeprägten Strom Iset einen sinnvoll nutzbaren Hellwert darstellt, kann über die Differenz zweier Referenzausgangsgrößen der Referenzspannungsbereich (full-scale) eines zur Wandlung eingesetzten AD- Umsetzers abgeleitet werden:

(3)
$$\Delta UAR = VAR * UT * (log(IH/ID) + log(KFPNH/KFPND))$$

IH Photostrom in der Sensorzelle, die den Hellwert liefert

ID Photostrom in der Sensorzelle , die den Dunkelwert liefert

KFPNH pixelbezogener Technologieparameter für Sensorzelle die den

Hellwert liefert

KFPND pixelbezogener Technologieparameter für Sensorzelle die den

Dunkelwert liefert

Gleichung (3) läßt erkennen, daß durch die Differenzbildung die Parameter U0 und I0 nicht mehr für eine Auswertung relevant sind. Die Differenz der Ausgangsspannungen zweier Referenzquellen erzeugt das lineare Abbild der Chiptemperatur und somit eine lineare Temperaturabhängigkeit der Referenzspannung am AD- Umsetzer.

Technologisch bedingte Arbeitspunkte und deren Schwankungen werden durch die Differenzbildung eliminiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die nachstehenden Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 Prinzipschaltbild einer Schaltungsanordnung,
- Fig. 2 Prinzipschaltbild einer erweiterten Videoverstärkerschaltung sowie
- Fig. 3 Prinzipschaltbild einer Korrekturschaltung mit digitalem Eingang.

Darstellung von Ausführungsbeispielen

Die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung weist einen zu kompensierenden Bildsensor 1 auf, der temperatur- spannungs- sowie herstellungsbestimmten Schwankungen unterworfen ist. Das Ausgangssignal des zu kompensierenden Bildsensors 1 wird nachfolgend mit einer Verstärkereinheit 2 verstärkt und über einen Spaltendecoder 3 einem Videoverstärker 4 zugeführt. Zur Generierung der gewünschten Referenzwerte ist zum einen ein Referenzsensor 5 vorgesehen, der über eine externe Stromversorgung verfügt, so daß das Ausgangssignal des Referenzsensors 5 einem definierten Bestrahlungspegel entspricht. Der auf diese Weise erzeugte Hellwert wird mittels eines Verstärkers 6 mit der Hellwertspannung UTKH an einen A/D-Wandler 10 angelegt.

Zur Erzeugung eines entsprechenden Dunkelreferenzwertes dient ein Referenzsensor 7, der identisch zum Referenzsensor 5 auf gleichem Temperaturniveau liegt, jedoch nicht extern mit einem entsprechenden Steuerstrom zur Erzeugung eines definierten Bestrahlungspegels beaufschlagt wird. Der von dem Referenzsensor 7 abgegebene Referenzdunkelwert wird ebenfalls über einen Verstärker 8 verstärkt und zusammen mit einer Korrekturspannung U (KFPND), die einem pixelbezogenen Technologieparameter entspricht, einer Korrekturschaltung 9 zugeführt, an deren

Ausgang eine korrigierte Dunkelwertspannung UTKD anliegt, die an einem Eingang am A/D-Wandler 10 zugeführt wird.

Aus einer nicht in der Fig. 1 dargestellten Speichereinheit werden zur Kompensation von herstellungsbedingten Schwankungen der einzelnen Bildsensoren Korrekturwerte mit einer Bitbreite von M an eine D/A-Umsetzereinheit angelegt, die diesen Wert in die entsprechende Korrekturspannung U(KFPN) umsetzt. Die Korrekturspannung wird einer zusätzlichen Differenzeingangsstufe des Videoverstärkers 4 zugeführt. Damit wird das Ausgangssignal des Bildsensorarrays (das Videosignal) um die für jeden Bildpunkt individuell gegebene Offset-Spannung kompensiert, die durch Schwankungen einzelner Technologieparameter verursacht wird.

Eine beispielhafte Lösung für die in Figur. 1 gezeigte Funktionsgruppe eines Video-Verstärkers mit analogem Offset-Korrektureingang ist in Fig. 2 dargestellt. Die beiden rechten Zweige stellen eine reguläre Folded-Cascode-Schaltung dar, die in der CMOS-Verstärkertechnik bekannt ist (siehe z.B. K.R. Laker and W.M.C. Sansen, Design of Analog Integrated Circuits and Systems", McGraw-Hill, 1994, Seite 588). Der linke Zweig, der als zusätzliche Differenzstufe mit einer Verstärkung kleiner als 1 ausgelegt ist, bewirkt bei Anlegen der Korrekturspannungswerte die gezielte Beaufschlagung des Videosignals mit einem Offset. Der invertierende Eingang dieser zusätzlichen Differenzstufe wird auf einen Referenzpegel, typischerweise VDD/2, gelegt, an den nicht-invertierenden Eingang wird das aus dem A/D-Umsetzer gebildete FPN-Korrektursignal angelegt, das einen symmetrisch um VDD/2 liegenden Spannungsbereich von einigen 100 mV umfaßt. Der genaue Hub dieses Signals leitet sich aus der Streuung der zu korrigierenden Offset-Fehler (FPN) der einzelnen Bildpixel und aus der Verstärkung der zusätzlichen Differenzeingangsstufe ab.

Bias1 und Bias2 sind hierbei extern generierte Biasspannungen für die Einstellung der Stromquellen in der differenziellen Haupt-Eingangsstufe sowie für die zusätzliche Eingangsstufe, die mit den Signalen aux_inn bzw. Aux_inp beaufschlagt

werden, fc ist der Ausgangsknoten, der auf eine nachfolgende Treiberstufe geführt ist. Die anderen Namen in diesem Bild stellen interne Knotenbezeichnungen dar.

Die Figur 3 zeigt eine schaltungstechnische Lösung für die im Videoverstärker durchzuführende FPN-Korrektur mit minimalem Bauelementeaufwand. Die in der Fig. 2 gezeigte zusätzliche Differenzeingangsstufe, die eine zusätzliche Einspeisung von Strömen in die Knoten casc1 und casc2 der Folded-Cascode-Verstärkerschaltung bewirkt, wird hier durch eine Reihe binär gewichteter Stromquellen ersetzt. Die Stromquelle mit dem kleinsten definierten Strom wird durch das niederwertigste Bit (Least Significant Bit) angesteuert.

Je nach Wert des Vorzeichenbits des Korrekturwertes wird der zusätzliche Strom in casc1 oder casc2 eingespeist und bewirkt einen positiven oder negativen Offset auf dem Videosignal. Der Betrag der Offsetspannung hängt linear mit der Stromstärke zusammen, die durch Öffnen und Schließen der Schalter unter den jeweiligen Stromquellen eingestellt werden. Die einzelnen Schalterpositionen werden direkt durch die abgespeicherten Korrekturwerte bestimmt. Damit entfällt der Zwischenschritt der Generierung einer Korrekturspannung über einen A/D-Umsetzer, die wiederum über die zusätzliche Differenzeingangsstufe in Ströme umgesetzt werden muß. Die in der Figur 3 dargestelltem Differenzeingangsstufe entspricht der Haupt-Differenzeingangsstufe der Folded-Cascode-Schaltung in Figur 2 (mittlerer Zweig).

Besonders bemerkenswert ist die Ausbildung des internen Video-Verstärkers 4 mit der zusätzlichen Differenzeingangsstufe 4', respektive als Satz geschalteter Stromquellen in binärer Staffelung, so daß die Offset-Korrektur on-Chip im analogen Signalpfad vorgenommen werden kann. Die Verstärkung dieses zusätzlichen Zweiges ist deutlich kleiner 1 ausgelegt, die Eigenschaften des ursprünglichen Verstärkungszweiges über die große Differenzeingangsstufe werden durch die zusätzliche Baugruppe nicht beeinträchtigt. Das originale Videosignal wird in dieser Schaltung mit einem definierten, für jedes Pixel separat einstellbaren Offset beaufschlagt. Der Nutzen liegt darin, daß der Wandelbereich des nachfolgenden A/D-Umsetzers auf den tatsächlichen Videosignalhub eingeschränkt werden kann, während bei einer Kor-

rektur über die digitalen Bilddaten eine größere Bitzahl zur Abdeckung des Korrekturbereichs vorgesehen werden muß.

Bei einer Auslegung der Video-Verstärkerschaltung entsprechend Fig. 2 müssen die analogen Korrekturwerte extern mittels eines D/A-Umsetzers aus den im ROM abgelegten FPN-Korrekturdaten für das jeweils aktuell adressierte Pixel erzeugt werden.

Beide Gate-Anschlüsse der zusätzlichen Differenzeingangsstufe sind dabei auf externe Anschlüsse geführt, der Referenzeingang wird intern auf die halbe Versorgungsspannung vorbelegt. Der Referenzspannungswert kann über ein direkt angeschlossenes Pad von außen überprüft und gegebenenfalls durch eine externe Spannungsquelle definiert werden.

Die Korrekturwerte können z.B. durch einen Abgleich der Ausgangswerte bei einheitlicher Beleuchtung (oder vollständiger Abdunklung) des Sensorchips ermittelt werden. Dabei sollte zuerst mittels eines Histogramms der Schwerpunkt der Graustufen bestimmt werden, um den möglichen Abgleichbereich von ca. ±60 mV vollständig ausnutzen zu können. Der Abgleich kann iterativ für jedes Pixel vorgenommen werden, indem das Korrektursignal solange nachgeführt wird, bis der Ausgang den Zielwert erreicht. Der Korrekturwert sollte in einem Bereich von 2.5 V ±0.5 liegen. Das Korrektursignal sollte beim Abgleich mit dem D/A-Umsetzer generiert werden, der später im Betrieb eingesetzt wird.

<u>Patentansprüche</u>

- 1. Verfahren zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren, die mit Strahlung beaufschlagt werden und in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke elektrische Ausgangssignale generieren, die einer logarithmischen Kennlinie unterliegen, dadurch gekennzeichnet,
- daß mittels wenigstens zweier Referenz-CMOS-Sensoren, die auf gleichem
 Temperaturniveau gehalten werden, wie die zu kompensierenden CMOSBildsensoren, jedoch nicht bestrahlt werden, zwei Refenzsignale generiert werden, von denen einer einem Referenz-Dunkelwert und der andere, durch Beaufschlagen mittels elektrischem Strom, einem Referenz-Hellwert entspricht.
- daß die generierten Renferenzsignale getrennt voneinander derart verstärkt werden, daß die Verstärkungsbedingungen identisch mit der Verstärkung der zu kompensierenden Ausgangssignale sind,
- daß die Referenzsignale mit einem zu den elektrischen Ausgangssignalen der zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren identischen Temperaturgang einem A/D-Wandler zugeführt werden.
- daß in einer Speichereinheit für jeden einzelnen zu kompensierenden CMOS-Bildsensorpunkt wenigstens ein Korrekturwert abgespeichert ist, der zur Kompensation herstellungsbedingter Schwankungen geeignet ist und zur Korrektur auf das jeweilige zu kompensierende Ausgangssignal beaufschlagt wird, so daß FPN (=fixed pattern noise)-korrigierte Ausgangssignale gewonnen werden, und
- daß die FPN-korrigierten Ausgangssignale sowie die erhaltenen Referenzsignalen dem A/D-Wandler zugeführt werden, in dem die Ausgangssignale des CMOS-Bildsensors kompensiert und in digitale Signale umgesetzt werden.

- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Generierung des Referenz-Hellwertes ein Referenz-CMOS-Sensor mit externem elektrischen Strom beaufschlagt wird, der eine exakte Photostromgenerierung entsprechend einer definierten Bestrahlungsstärke nachbildet.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erhalt des Referenz-Dunkel- und Hellwertes eine Vielzahl von Referenz-CMOS-Sensoren verwendet wird, über deren Referenzsignale gemittelt wird.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch Anlegen der Referenzsignale an den A/D-Wandler mittels dynamischer Nachführung der vollständige, nutzbare Umsetzungsbereich des A/D-Wandlers genutzt wird
- 5. Schaltungsanordnung zur Kompensation temperatur-, spannungs- sowie herstellungsbedingter Schwankungen bei CMOS-Bildsensoren, die mit Strahlung beaufschlagt werden und in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke elektrische Ausgangssignale generieren, die einer logarithmischen Kennlinie unterliegen, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu dem zu kompensierenden CMOS-Bildsensor wenigstens zwei, von der Bestrahlung abgedeckte Referenz-CMOS-Sensoren vorgesehen sind, die auf gleichem Temperaturniveau liegen, wie die zu kompensierenden CMOS-Bildsensoren und zwei Refenzsignale generieren, von denen einer einem Referenz-Dunkelwert und der andere, durch Beaufschlagen eines auf einen Referenz-CMOS-Sensor einwirkenden elektrischen Stromes, einem Referenz-Hellwert entspricht,

daß jedem Referenz-CMOS-Sensor eine Verstärkereinheit nachgeschaltet ist, die jeweils identisch einer, die zu kompensierenden Ausgangssignale vorgesehenen Verstärkereinheit ist.

daß eine Speichereinheit vorgesehen ist, in der für jeden einzelnen zu kompensierenden CMOS-Bildsensorpunkt wenigstens ein Korrekturwert abgespeichert ist, der zur Kompensation herstellungsbedingter Schwankungen geeignet ist und zur Korrektur auf das jeweilige zu kompensierende Ausgangssignal beaufschlagt wird, so daß sogenannte FPN (=fixed pattern noise)-korrigierte Ausgangssignale gewonnen werden, und

daß ein A/D-Wandler vorgesehen ist, der die kompensierten Ausgangssignale in digitale Signale umsetzt.

- 6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektureinheit vorgesehen ist, in der die Korrekturwerte aus der Speichereinheit und die Ausgangssignale aus dem CMOS-Bildsensor zusammengeführt werden und die Ausgangssignale FPN-korrigiert werden.
- 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Korrektureinheit eine Video-Verstärkerstufe mit einer zusätzlichen Differenzeingangsstufe ist.
- 8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verstärkung der zusätzlichen Differenzeingangsstufe kleiner 1 ist.
- Schaltungsanordnung nach Anspruch einem der Ansprüche 5 bis 8,
 dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere unabhängige Korrekturschaltung zur Offset-Korrektur der Dunkel-Referenzwerte vorgesehen ist.

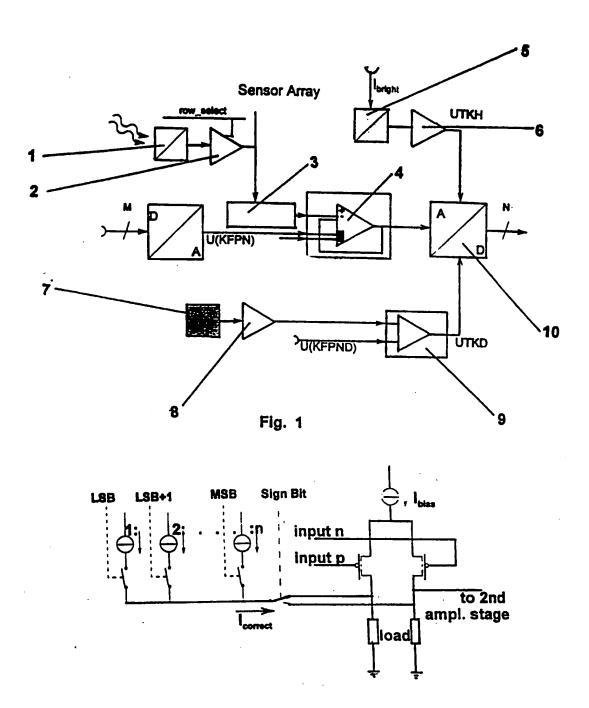
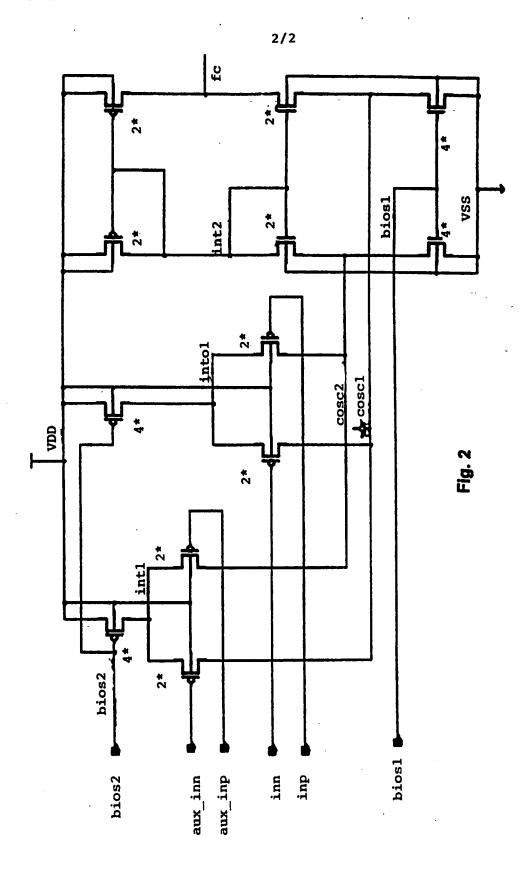


Fig. 3



ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

etional Application No PCT/DE 97/02528

C. 2: : 2						
IPC 6	FIGATION OF SUBJECT MATTER H04N5/217 H04N3/15					
According t	o International Patent Classification (IPC) or to both national classifica	ation and IPC				
	SEARCHED					
Minimum d	ocumentation searched (classification system followed by classification	n symbols)				
IPC 6	H04N					
Documenta	tion searched other than minimum documentation to the extent that so	ch documents are included in the fields searched				
Electronic o	data base consulted during the international search (name of data base	se and, where practical, search terms used)				
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT					
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rele	vant passages Relevant to claim No.				
, A	EP 0 569 063 A (AGFA GEVAERT NV) November 1993	10 1,5				
	see the whole document					
A	EP 0 469 878 A (CANON KK) 5 Febru see the whole document	ary 1992 1,5				
A	US 4 839 729 A (ANDO FUMIHIKO ET June 1989	AL) 13 1,5				
	see the whole document					
	· ————					
:						
Furti	her documents are listed in the continuation of box C.	Patent family members are listed in annex.				
* Special ca	tegories of cited documents:					
"A" docume	ent defining the general state of the art which is not lered to be of particular relevance	'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the				
"E" earlier document but published on or after the international "X" document of particular relevance: the claimed invention						
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another "C" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another						
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the observe means are combined with one or more other such document.						
"P" document published prior to the international filing date but						
	actual completion of theinternational search	*A" document member of the same patent family Date of mailing of the international search report				
2	2 Åpril 1998	06/05/1998				
Name and r	nailing address of the ISA	Authorized officer				
	European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	De Paepe, W				

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/DE 97/02528

Patent document cited in search repor	τ	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0569063	A	10-11-1993	JP US	7274000 A 5331428 A	20-10-1995 19-07-1994
EP 0469878	A	05-02-1992	JP DE DE US	5029593 A 69127731 D 69127731 T 5214272 A	05-02-1993 30-10-1997 12-02-1998 25-05-1993
US 4839729	Α	13-06-1989	JP	63296478 A	02-12-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir. atlonales Aktenzeichen PCT/DE 97/02528

A. KLASSI IPK 6	ifizierung des anmeldungsgegenstandes H04N5/217 H04N3/15	
	sternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Kla	ssifikation und der IPK
	RCHIERTE GEBIETE	
IPK 6	rter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbo H04N	le)
Recherchie	rte aber nicht zum Mindestprüfstoffgehörende Veröffentlichungen, so	weit diese unter die recherchlerten Gebiete fallen .
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (N	ame der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabi	e der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 569 063 A (AGFA GEVAERT NV) 10.November 1993 siehe das ganze Dokument	1,5
Α	EP 0 469 878 A (CANON KK) 5.Febru siehe das ganze Dokument	1,5
Α .	US 4 839 729 A (ANDO FUMIHIKO ET 13.Juni 1989 siehe das ganze Dokument 	AL) 1,5
	·	
entne	ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu ehmen	X Siehe Anhang Patentiamilie
"A" Veröffer aber ni "E" åtteres i Anmele "L" Veröffer schein andere soll od ausgef "O" Veröffer eine B "P" Veröffer dem b	icht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen dedatum veröffentlicht worden ist mitchung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft ersen Zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer ein im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden ier die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie lührt) nitlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, enutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht mitlichung, die vor dem intermationalere Maßnahmen bezieht nach eanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach deminternationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollkilert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Veröffentlichung gebracht wird und diese Verbindung (ür einen Fachmann naheilegend ist "S." Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
	Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
	2.April 1998 Postanschift der Internationalen Recherchenbehörde	06/05/1998 Bevollmächtigter Bediensteter
	Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	De Paepe, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/DE 97/02528

Im Recherchenberich ngeführtes Patentdokun		Datum der Veröffentlichung		litglied(er) der Patentlamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0569063	A	10-11-1993	JP US	7274000 A 5331428 A	20-10-1995 19 - 07-1994
EP 0469878	A	05-02-1992	JP DE DE US	5029593 A 69127731 D 69127731 T 5214272 A	05-02-1993 30-10-1997 12-02-1998 25-05-1993
US 4839729	Α	13-06-1989	JP	63296478 A	02-12-1988